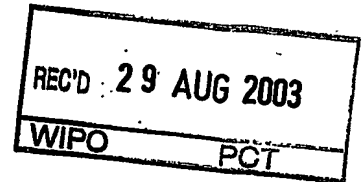


PCT/JP 03/10274

12.08.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 2 年 8 月 1 4 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 3 6 3 1 4  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 2 - 2 3 6 3 1 4 ]

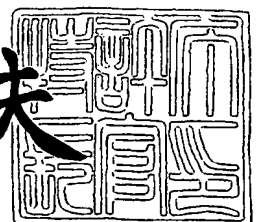
出 願 人  
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 7 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 7 0 5 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 1020122

【提出日】 平成14年 8月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065  
H05H 1/46

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 石橋 清隆

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 野沢 俊久

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105609

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板をプラズマ生成領域に晒して基板に所定の処理を施すためのプラズマ処理装置であって、

基板を収容するためのチャンバーと、

前記チャンバーの隔壁の一部となる天板部と、

前記チャンバー内に高周波電磁界を供給し、前記天板部と前記チャンバー内に収容された前記基板との間の領域にプラズマ生成領域を形成するためのアンテナ部と

を有し、

前記天板部は、

収容された基板と対向するように配置され、前記アンテナ部に接触する平板部と、

前記平板部の周部から基板の配置される側に向かって延在するように形成された側壁部と

を備えた、プラズマ処理装置。

【請求項 2】 前記天板部の誘電率に基づく高周波電磁界の波長を  $\lambda_g$  とすると、前記側壁部は、 $\lambda_g/4$  以上の厚さを有する、請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 前記側壁部は  $\lambda_g$  よりも薄い厚さを有する、請求項 2 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記平板部および前記側壁部のプラズマ生成領域に臨む側は、前記平板部から前記側壁部にかけて滑らかな曲面を呈する、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 前記チャンバー内部に所定のガスを送り込むためのガス吹出し口を備え、

前記ガス吹出し口は、前記側壁部に沿ってガスが吹き出るように配置された、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】 前記チャンバーは、前記側壁部の外周部分に接触する導体部を含む、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明はプラズマ処理装置に関し、特に、チャンバー内にマイクロ波を導入することにより形成されるプラズマ生成領域によって、基板に所定の処理を施すためのプラズマ処理装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、半導体装置の高密度化および微細化に伴って、半導体装置の製造工程において、成膜、エッチング、アッシング等の処理を施すためにプラズマ処理装置が使用されている。特に、マイクロ波を用いてプラズマを発生させるマイクロ波プラズマ処理装置では、約 0. 1 ～ 1 0 P a の比較的圧力が低い（高真空）条件のもとでも安定してプラズマを発生させることができる。そのため、たとえば周波数 2. 4 5 G H z のマイクロ波を用いたマイクロ波プラズマ処理装置が注目されている。

【 0 0 0 3 】

そのような従来のプラズマ処理装置の一例について説明する。図 5 に示すように、プラズマ処理装置は、基板 1 1 1 を収容して基板 1 1 1 に所定の処理を施すためのチャンバー 1 0 1 と、マイクロ波を発生するため高周波電源 1 0 5 と、マイクロ波をチャンバー 1 0 1 内に放射するためのアンテナ部 1 0 3 とを備えている。

【 0 0 0 4 】

アンテナ部 1 0 3 は、スロット板 1 0 3 c、遅波板 1 0 3 b およびアンテナカバー 1 0 3 a を有して構成される。そのスロット板 1 0 3 c には、マイクロ波をチャンバー 1 0 1 内に向けて放射するための複数のスロット（開口部）が設けられている。高周波電源 1 0 5 にて発生したマイクロ波は、導波管 1 0 6 によりアンテナ部 1 0 3 へ送られる。

**【0005】**

チャンバー101の上部には、チャンバー101の隔壁の一部を構成する天板104が配設されている。天板104は、たとえば石英等の誘電体から形成されている。天板104とチャンバー101の隔壁との間には、たとえばOリングなどのシール部材114が設けられている。アンテナ部103は、この天板104の上方に配置されている。

**【0006】**

チャンバー101内には、収容された基板111を保持するためのサセプタ107が設けられている。さらに、チャンバー101には、チャンバー101内を排気するための真空ポンプ109が接続されている。

**【0007】**

上述したプラズマ装置では、真空ポンプ109によりチャンバー101内が排気されて、所定の圧力範囲のもとでプラズマを生成するためのガスとして、たとえばアルゴンガスがチャンバー101内に導入される。

**【0008】**

図6に示すように、高周波電源105により発生したマイクロ波は導波管106を伝わり、アンテナ部103に到達する。アンテナ部103に到達したマイクロ波は、矢印に示すように遅波板103bを伝播し、スロット板103cを介してチャンバー101内に放射されて電磁界を発生させる。

**【0009】**

チャンバー101内に発生した電磁界によってアルゴンガスが解離し、基板111と天板104との間にプラズマ生成領域122が形成されて、基板111に所定のプラズマ処理が行なわれることになる。

**【0010】****【発明が解決しようとする課題】**

チャンバー101内に形成されたプラズマ生成領域122においては、プラズマ生成領域122を電気的中性に保つために、プラズマ生成領域122中に存在する電子やイオン（荷電粒子）は所定のプラズマ周波数をもって振動する。このプラズマ周波数は電荷密度が高いほど、また、荷電粒子の質量が小さいほど大き

くなるという性質を有する。

#### 【0011】

そのため、プラズマ生成領域122においてはイオンよりも十分に質量が小さい電子のプラズマ周波数がイオンのプラズマ周波数に比べて十分に高く、マイクロ波の領域にある。このとき、高周波電源105により発生したマイクロ波の周波数が、そのプラズマ周波数よりも高い場合には、マイクロ波はプラズマ生成領域122内を伝播することができ、マイクロ波をプラズマ生成領域122に供給することができる。

#### 【0012】

ところが、電子の密度が高くなるにしたがって電子のプラズマ周波数も高くなるが、電子のプラズマ周波数が高周波電源105により発生したマイクロ波の周波数を超えると、すなわち、プラズマ生成領域122におけるカットオフ周波数がマイクロ波の周波数よりも高くなると、プラズマ生成領域122の表面においてマイクロ波の電界が遮断される現象が認められるようになる。つまり、マイクロ波がプラズマ生成領域122によって反射されることになる。この現象は電子の密度が高くなるほど強く現れる。

#### 【0013】

そのため、マイクロ波の電力を上げてもプラズマの密度をさらに高めることができなくなり、プラズマ生成領域122におけるプラズマの密度は飽和した状態になる。

#### 【0014】

一方、天板104には、内部が減圧されるチャンバー101において強度を確保して外気が押す力に対抗するためにある程度の厚さが要求される。一般にそのような厚さを有する天板104においては、図6に示すように、制御困難なマイクロ波の定在波121が形成されることになる。そのような制御困難な定在波121が形成されることによって、プラズマ生成領域122におけるプラズマの密度分布の均一性が悪化することになる。

#### 【0015】

このように、プラズマ生成領域122においてプラズマ密度をさらに高めるこ

とができず、また、プラズマ密度分布の均一性をさらに向上することができなくなる結果、基板 111 に対して効率的かつ均一なプラズマ処理を施すことが困難になった。

#### 【0016】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、その目的はプラズマ密度をより高め、かつ、そのプラズマ密度分布の均一性を向上するプラズマ処理装置を提供することである。

#### 【0017】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係るプラズマ処理装置は、基板をプラズマ生成領域に晒して基板に所定の処理を施すためのプラズマ処理装置であって、チャンバーと天板部とアンテナ部とを有している。チャンバーには基板が收容される。天板部はチャンバーの隔壁の一部となる。アンテナ部は、チャンバー内に高周波電磁界を供給し、天板部とチャンバー内に收容された基板との間の領域にプラズマ生成領域を形成する。天板部は、收容された基板と対向するように配置され、アンテナ部に接触する平板部と、平板部の周部から基板の配置される側に向かって延在するように形成された側壁部とを備えている。

#### 【0018】

この構造によれば、天板部において平板部に加えて側壁部が形成されていることで、プラズマ生成領域に臨む天板部の領域（面積）が増大し、側壁部からもチャンバー内に向けてマイクロ波が放射されることで、プラズマ生成領域におけるプラズマ密度が向上する。

#### 【0019】

その天板部の誘電率に基づく高周波電磁界の波長を  $\lambda_g$  とすると、側壁部は  $\lambda_g/4$  以上の厚さを有することが好ましい。

#### 【0020】

これにより、側壁部内に定在波が良好に形成されて、基板の外周部分に対応するプラズマ生成領域の部分に、より大きな電力のマイクロ波を供給することができる。なお、 $\lambda_g/4$  には  $\pm 20\%$  の誤差を含むことが意図されるため、側壁部



の厚さの下限は  $\lambda_g/4 \times 0.8$  となる。側壁部の厚さを  $\lambda_g/4$  以上とするのは、側壁部の厚さ  $H_2$  が  $\lambda_g/4$  よりも薄い場合には側壁部の部分にマイクロ波の定在波を良好に形成することができないからである。また、平板部がアンテナ部に接するとは、平板部がアンテナ部に完全に密着する場合の他に、平板部とアンテナ部との間に大気中におけるマイクロ波の波長の  $1/10$  以下の隙間がある場合も含まれる。

#### 【0021】

一方、側壁部の厚さが十分に厚い場合には、側壁部内に形成される定在波によって電磁界のパワー（電力）密度の高低に起因する干渉模様が出現してプラズマが不安定になる。このため、このような干渉模様の出現を抑制してプラズマを安定して生成するには、側壁部は  $\lambda_g$  よりも薄い厚さを有することが好ましい。

#### 【0022】

また、平板部および側壁部のプラズマ生成領域に臨む側は、平板部から側壁部にかけて滑らかな曲面を呈することが好ましい。

#### 【0023】

これにより、マイクロ波が平板部から側壁部へ伝播する際に反射が抑えられて、マイクロ波が効率よく側壁部へ伝播される。

#### 【0024】

さらに、チャンバー内部に所定のガスを送り込むためのガス吹出し口を備え、そのガス吹出し口は、側壁部に沿ってガスが吹き出るように配置されていることが好ましい。

#### 【0025】

これにより、側壁部に沿って送り込まれたプロセスガスがプラズマ生成領域によって効率的に解離されてプラズマ処理に寄与することができる。

#### 【0026】

さらに、チャンバーは、側壁部の外周部分に接する導体部を含むことが好ましい。

#### 【0027】

これにより、天板部においてプラズマ生成領域に臨まない部分は、導電体によ

って覆われていることになり、マイクロ波が天板部の中を伝播する際に反射が少なくなつてより伝播しやすくなる。なお、側壁部の外周部分に導体部が接するとは、側壁部が導体部に完全に密着する場合の他に、側壁部と導体部との間に大気中におけるマイクロ波の波長の10分の1以下の隙間がある場合も含まれる。

#### 【0028】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置について説明する。図1に示すように、プラズマ処理装置は、基板11を収容して基板11に所定の処理を施すためのチャンバー1と、マイクロ波を発生するため高周波電源5と、マイクロ波をチャンバー1内に放射するためのアンテナ部3とを備えている。

#### 【0029】

アンテナ部3は、スロット板3c、遅波板3bおよびアンテナカバー3aを有して構成される。スロット板3cは、たとえば厚さ0.1mmから数mm程度の銅板等から形成されている。そのスロット板3cには、マイクロ波をチャンバー1内に向けて放射するための複数のスロット（開口部）が設けられている。高周波電源5にて発生したマイクロ波は導波管6によってアンテナ部3へ送られる。

#### 【0030】

チャンバー1内には、所定のプラズマ処理を施す基板11を保持するためのサセプタ7が設けられている。さらに、チャンバー1には、チャンバー1内を排気するための真空ポンプ9が取り付けられている。

#### 【0031】

チャンバー1の上部には、チャンバー1の隔壁の一部を構成する天板4が配設されている。天板4は、たとえば石英等の誘電体から形成されている。天板4とチャンバー1の隔壁との間には、たとえばOリングなどのシール部材14が設けられている。アンテナ部3は天板4の上方に配置されている。

#### 【0032】

特に天板4は、平板部4aと側壁部4bを有している。平板部4aは、収容された基板11と対向するように配置されスロット板3cに接している。側壁部4bは、平板部4aの周部から基板11の配置される側に向かって延在するように

形成されている。側壁部 4 b の外周面はチャンバー 1 に接している。

#### 【0033】

平板部 4 a および側壁部 4 b において、プラズマ生成領域に臨む側は平板部 4 a から側壁部 4 b にかけて滑らかな曲面を呈している。以下、このような平板部 4 a と側壁部 4 b を有する天板部 4 を、従来の平板部のみを有する平板型天板部に対してベルジャー型の天板部 4 と呼ぶ。

#### 【0034】

側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  は、天板部 4 の誘電率に基づくマイクロ波の波長を  $\lambda_g$  とすると、 $\lambda_g/4$  以上である。マイクロ波の波長を 2.45 GHz とし、天板部 4 をたとえば石英としてその誘電率を考慮すると、天板部 4 を伝播するマイクロ波の波長  $\lambda_g$  は約 60 mm となる。したがって、側壁部 4 b はそのマイクロ波の波長  $\lambda_g$  の 4 分の 1 の約 15 mm 以上の厚さ  $H_1$  を有していればよいことになる。

#### 【0035】

ここで、 $\lambda_g/4$  には  $\pm 20\%$  の誤差を含むことが意図される。そのため、側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  の下限は  $\lambda_g/4 \times 0.8$  (約 12 mm) となる。

#### 【0036】

このように、側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  を  $\lambda_g/4$  以上とするのは、図 3 に示すように、側壁部 4 b の厚さ  $H_2$  が  $\lambda_g/4$  よりも薄い場合には、側壁部 4 b の部分に後述するマイクロ波の定在波を良好に形成することができないからである。

#### 【0037】

一方、側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  が十分に厚い場合には、側壁部 4 b 内に形成される定在波によって電磁界のパワー（電力）密度の高低に起因する干渉模様が出現する。この干渉模様は、プラズマ処理装置固有のプラズマ密度を超えてプラズマ密度を変えていくと、別の異なる干渉模様に変化するため、この固有のプラズマ密度の近傍では異なる 2 つの干渉模様が出現することになる。

#### 【0038】

2 つの異なる干渉模様が出現することは干渉模様の変動の要因となり、ひいてはプラズマの生成が不安定になるため、干渉模様の数は少ない方がよい。干渉模

様の数は側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  に大きく依存し、側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  が厚くなるほど干渉模様の数が増加し、およそ  $\lambda_g/2$  の整数倍ごとに飛躍的に増えることになる。

#### 【0039】

側壁部 4 b においてプラズマ密度を向上させるためには、上記のように側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  を  $\lambda_g/4$  以上とし、さらには、 $\lambda_g/2$  の 1 倍近傍の厚さとすることがより好ましい。

#### 【0040】

しかしながら、側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  を  $\lambda_g/2$  の 2 倍以上、すなわち  $\lambda_g$  以上の厚さにする必要はなく、干渉模様を抑えてプラズマを安定して生成するためには、側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  は  $\lambda_g$  よりも薄いことが好ましい。

#### 【0041】

また、平板部 4 a がスロット板 3 c に接するとは、平板部 4 a がスロット板 3 c に完全に密着する場合の他に、平板部 4 a とスロット板 3 c との間に大気中におけるマイクロ波の波長の 10 分の 1 以下の隙間がある場合も含まれる。

#### 【0042】

同様に、側壁部 4 b がチャンバー 1 に接するとは、側壁部 4 b がチャンバー 1 に完全に密着する場合の他に、側壁部 4 b とチャンバー 1 との間に大気中におけるマイクロ波の波長の 10 分の 1 以下の隙間  $L$  がある場合も含まれる。

#### 【0043】

このように、隙間の大きさとしてマイクロ波の波長の 10 分の 1 以下としたのは、マイクロ波の波長の 10 分の 1 よりも大きい隙間がある場合には、その隙間に生じた電磁界によって天板部 4 内の電磁界の分布が変化してしまうからである。

#### 【0044】

次に、上述したプラズマ装置によるプラズマ処理について説明する。まず、真空ポンプ 9 によりチャンバー 1 内が排気されて、所定の圧力範囲のもとでプラズマを生成するためのガスとして、たとえばアルゴンガスがチャンバー 1 内に導入される。

## 【0045】

一方、高周波電源 5 によりマイクロ波が発生する。発生したマイクロ波は導波管 6 を伝わってアンテナ部 3 に到達する。アンテナ部 3 に到達したマイクロ波は、矢印に示すように遅波板 3 b 内を周縁に向かって伝播する。遅波板 3 b 内を伝播するマイクロ波は、矢印に示すようにスロット板 3 c からチャンバー 1 内に放射される。チャンバー 1 内に放射されたマイクロ波は、チャンバー 1 内に電磁界を発生させる。

## 【0046】

チャンバー 1 内に発生した電磁界によってアルゴンガスがイオン化し、基板 1 1 と天板部 4 との間にプラズマ生成領域 2 2 が形成される。そのプラズマ生成領域 2 2 にプロセスガスが導入されるとそのプロセスガスが解離されて、基板 1 1 に対して所定のプラズマ処理が行なわれることになる。

## 【0047】

上述したプラズマ処理装置では、特に天板部 4 はベルジャー型であり平板部 4 a に加えて側壁部 4 b が形成されていることで、プラズマ生成領域 2 2 に臨む天板部 4 の領域（面積）が増大する。

## 【0048】

従来のプラズマ処理装置では、平板部だけからマイクロ波が放射されるためプラズマ生成領域のプラズマ密度を向上するには限界があったのに対して、本プラズマ処理装置では、平板部 4 a に加えて側壁部 4 b からチャンバー 1 内に向けてマイクロ波が放射されることで、この側壁部 4 b から放射されるマイクロ波がプラズマ生成領域 2 2 におけるプラズマ密度の向上に寄与することができる。

## 【0049】

その結果、本プラズマ処理装置では、プラズマ生成領域 2 2 におけるプラズマ密度がさらに向上してプラズマ処理をより効率的に行なうことができる。

## 【0050】

特に、本プラズマ処理装置では、側壁部 4 b は、天板部 4 の誘電率に基づくマイクロ波の波長を  $\lambda_g$  とすると  $\lambda_g/4$  以上の厚さ  $H_1$  を有する。これにより、図 2 に示すように、側壁部 4 b 内に定在波 2 1 を形成することができる。

## 【0051】

一方、側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  を  $\lambda_g$  よりも薄い厚さに設定することで、側壁部 4 b に出現する干渉模様を抑えてプラズマを安定して生成することができる。

## 【0052】

また、平板部 4 a がスロット板 3 c に接するとともに、側壁部 4 b の外周面がチャンバー 1 に接している。そのため、天板部 4 においてプラズマ生成領域 2 2 に臨まない部分は、導電体によって覆われていることになる。これにより、マイクロ波が天板部の中を伝播する際に反射が少なくなって伝播しやすくなる。

## 【0053】

さらに、平板部 4 a および側壁部 4 b におけるプラズマ生成領域 2 2 に臨む側では、平板部 4 a から側壁部 4 b にかけて滑らかな曲面を呈している。これにより、マイクロ波が平板部 4 a から側壁部 4 b へ伝播する際に反射が抑えられて、マイクロ波が効率よく側壁部 4 b へ伝播される。

## 【0054】

このようにして効率的に側壁部 4 b へ伝播したマイクロ波によって側壁部 4 b に定在波 2 1 が形成されて、プラズマ生成領域 2 2 のうち基板 1 1 の周辺部分に対応する部分に向けて、電力のより大きいマイクロ波を供給することができる。その結果、プラズマ生成領域 2 2 におけるプラズマ密度が高められるとともにプラズマ密度の均一性がさらに向上して、基板 1 1 面に対してプラズマ処理をより均一に施すことができる。

## 【0055】

一方、側壁部 4 b が  $\lambda_g/4$  よりも薄い厚さ  $H_2$  である場合には、図 3 に示すように、側壁部 4 b 内に定在波を確実に形成することができなくなる。この場合には、基板 1 1 の周辺部分に対応するプラズマ生成領域 2 2 の部分に向けて、電力のより大きいマイクロ波を供給することができず、プラズマ生成領域 2 2 におけるプラズマ密度を十分に高めることができない。

## 【0056】

次に、上述した本プラズマ処理装置に対して行なったプラズマ密度（電子密度

）の測定評価について説明する。まず、マイクロ波の電力 2 KW、圧力 67 Pa、アルゴンの流量  $1000\text{ cm}^3/\text{min}$ 、窒素の流量  $20\text{ cm}^3/\text{min}$  のもとで、プラズマ処理装置内にプラズマ生成領域を形成させた。

#### 【0057】

ラングミュアプローブ (Langmuir probe) を用いてそのプラズマ生成領域の電子密度を測定した。また、レファレンスとして従来のプラズマ処理装置 (平板型) における電子密度を同様に測定した。

#### 【0058】

その結果を図 4 に示す。横軸は距離を示し、基板の中心に対応する位置から基板の外周へ向かう距離が示されている。縦軸は電子密度を示し、特に、基板の中心に対応する位置における電子密度を 1 として規格化された値が示されている。

#### 【0059】

図 4 に示すように、従来のプラズマ処理装置では、プラズマ生成領域における電子密度は、基板の中心から外方に向かうにしたがって徐々に減少していることがわかる。

#### 【0060】

一方、本プラズマ処理装置では、基板の中心に対応する位置から約 150 mm 離れた位置から電子密度が徐々に高くなる傾向が認められる。これにより、側壁部 4 b に形成される定在波 2 1 によって、基板の周辺部分に対応するプラズマ生成領域 2 2 の部分に向けて電力のより大きいマイクロ波が供給されて、電子密度を高めることができることが実証された。

#### 【0061】

このことは、見方を変えると次のように考えられる。まず、従来のプラズマ処理装置では、図 6 に示すように、マイクロ波は平板状の天板 1 0 4 からプラズマ生成領域 1 2 2 に放射される。そのため、プラズマ生成領域 1 2 2 における基板 1 1 1 の周辺部分に対応する部分に対しては、天板 1 0 4 の外周部分からしかマイクロ波が供給されず、チャンバー 1 0 1 の側面部分では、プラズマ生成領域 1 2 2 が消滅する境界条件となっていた。

#### 【0062】

これに対して本プラズマ処理装置では、図 2 に示すように、ベルジャー型の天板部 4 の側壁部 4 b に形成される定在波 2 1 によって、基板 1 1 の周辺部分に対応するプラズマ生成領域 2 2 の部分に向けて側壁部 4 b (チャンバー 1 の側面部分) からマイクロ波が供給されることになる。これにより、側壁部 4 b 部分では、プラズマ生成領域 2 2 が生成する境界条件となる。

#### 【0063】

その結果、本プラズマ処理装置では、従来のプラズマ処理装置と比べてプラズマ生成領域の電子密度 (プラズマ密度) を容易に高めることができるとともに、電子密度の均一性が向上し、基板に対して所定のプラズマ処理を効率的に、しかも均一性よく施すことができる。

#### 【0064】

なお、このように本プラズマ処理装置の側壁部 4 b (チャンバー 1 の側面部分) では、プラズマ生成領域 2 2 が生成する境界条件となることで、図 2 に示すように、プロセスガス等のガス吹出し口を側壁部 4 b に沿ってガスが吹き出るように配置することが望ましい。これにより、側壁部 4 b に沿って送り込まれたプロセスガスがプラズマ生成領域によって効率的に解離されてプラズマ処理に寄与することができる。

#### 【0065】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明は上記の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【0066】

##### 【発明の効果】

本発明に係るプラズマ処理装置によれば、天板部において平板部に加えて側壁部が形成されていることで、プラズマ生成領域に臨む天板部の領域 (面積) が増大し、側壁部からもチャンバー内に向けてマイクロ波が放射されることで、プラズマ生成領域におけるプラズマ密度が向上する。

#### 【0067】



その天板部の誘電率に基づく高周波電磁界の波長を $\lambda_g$ とすると、側壁部は $\lambda_g/4$ 以上の厚さを有することが好ましく、これにより、側壁部内に定在波が良好に形成されて、基板の外周部分に対応するプラズマ生成領域の部分に、より大きな電力のマイクロ波を供給することができる。

【0068】

一方、側壁部の厚さが十分に厚い場合には、側壁部内に形成される定在波によって電磁界のパワー（電力）密度の高低に起因する干渉模様が出現してプラズマが不安定になる。このため、このような干渉模様の出現を抑制してプラズマを安定して生成するには、側壁部は $\lambda_g$ よりも薄い厚さを有することが好ましい。

【0069】

また、平板部および側壁部のプラズマ生成領域に臨む側は、平板部から側壁部にかけて滑らかな曲面を呈することが好ましく、これにより、マイクロ波が平板部から側壁部へ伝播する際に反射が抑えられて、マイクロ波が効率よく側壁部へ伝播される。

【0070】

さらに、チャンバー内部に所定のガスを送り込むためのガス吹出し口を備え、そのガス吹出し口は、側壁部に沿ってガスが吹き出るように配置されていることが好ましく、これにより、側壁部に沿って送り込まれたプロセスガスがプラズマ生成領域によって効率的に解離されてプラズマ処理に寄与することができる。

【0071】

さらに、チャンバーは、側壁部の外周部分に接する導体部を含むことが好ましく、これにより、天板部においてプラズマ生成領域に臨まない部分は、導電体によって覆われていることになり、マイクロ波が天板部の中を伝播する際に反射が少なくなってより伝播しやすくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係るプラズマ処理装置の断面図である。

【図2】 同実施の形態において、プラズマ処理装置の動作を説明するためのマイクロ波の伝播の様子を示す第1の図である。

【図3】 同実施の形態において、プラズマ処理装置の動作を説明するため

のマイクロ波の伝播の様子を示す第2の図である。

【図4】 同実施の形態において、図2に示すプラズマ処理装置のプラズマ生成領域における電子密度の測定結果を示す図である。

【図5】 従来のプラズマ処理装置の断面図である。

【図6】 図5に示すプラズマ処理装置の動作を説明するためのマイクロ波の伝播の様子を示す図である。

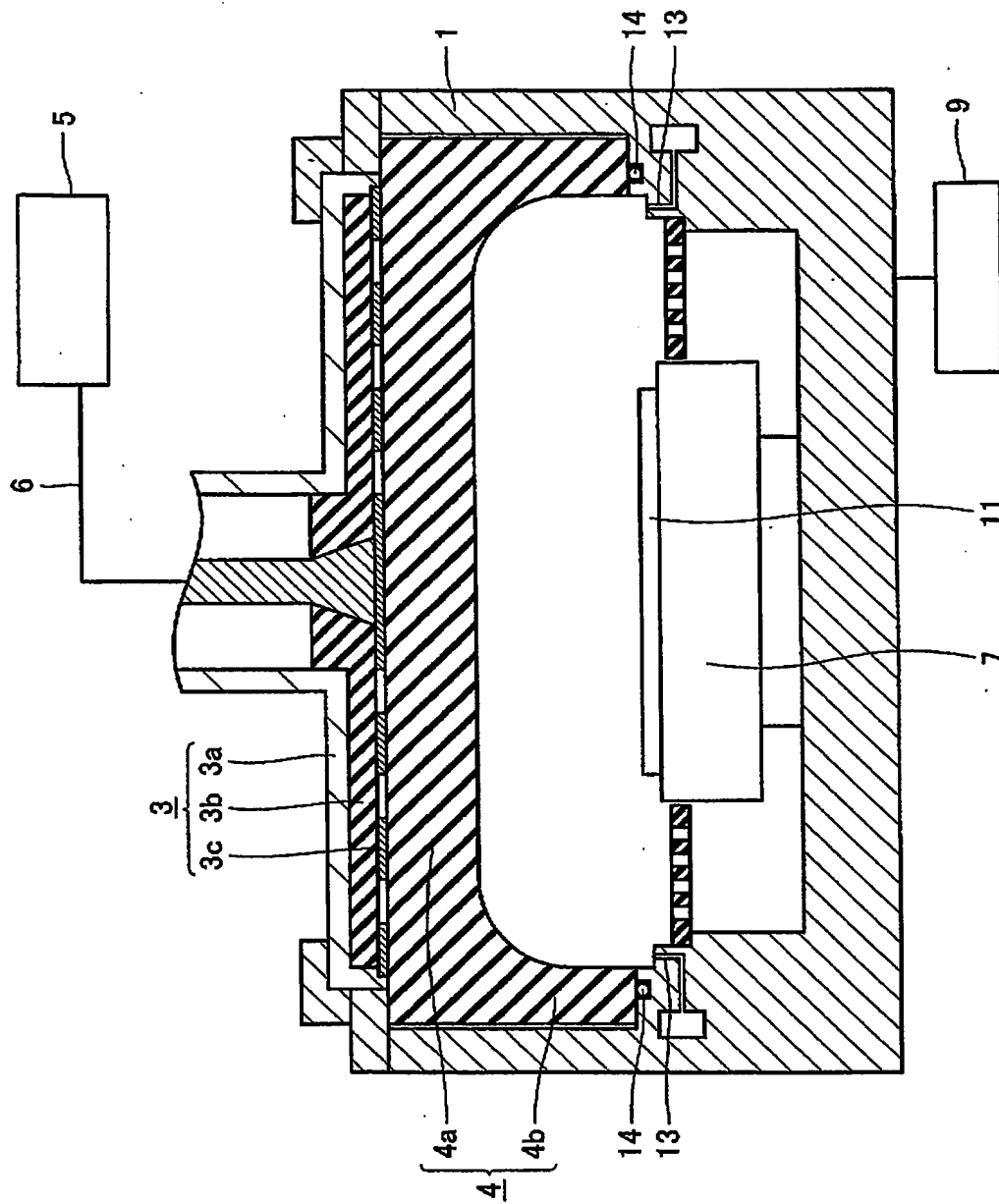
【符号の説明】

1 チャンバー、3 アンテナ部、3 a アンテナカバー、3 b 遅波板、3 c スロット板、4 天板部、4 a 平板部、4 b 側壁部、5 高周波電源、6 導波管、7 サセプタ、9 真空ポンプ、11 基板、13 ガス吹出し口、14 シール部材。

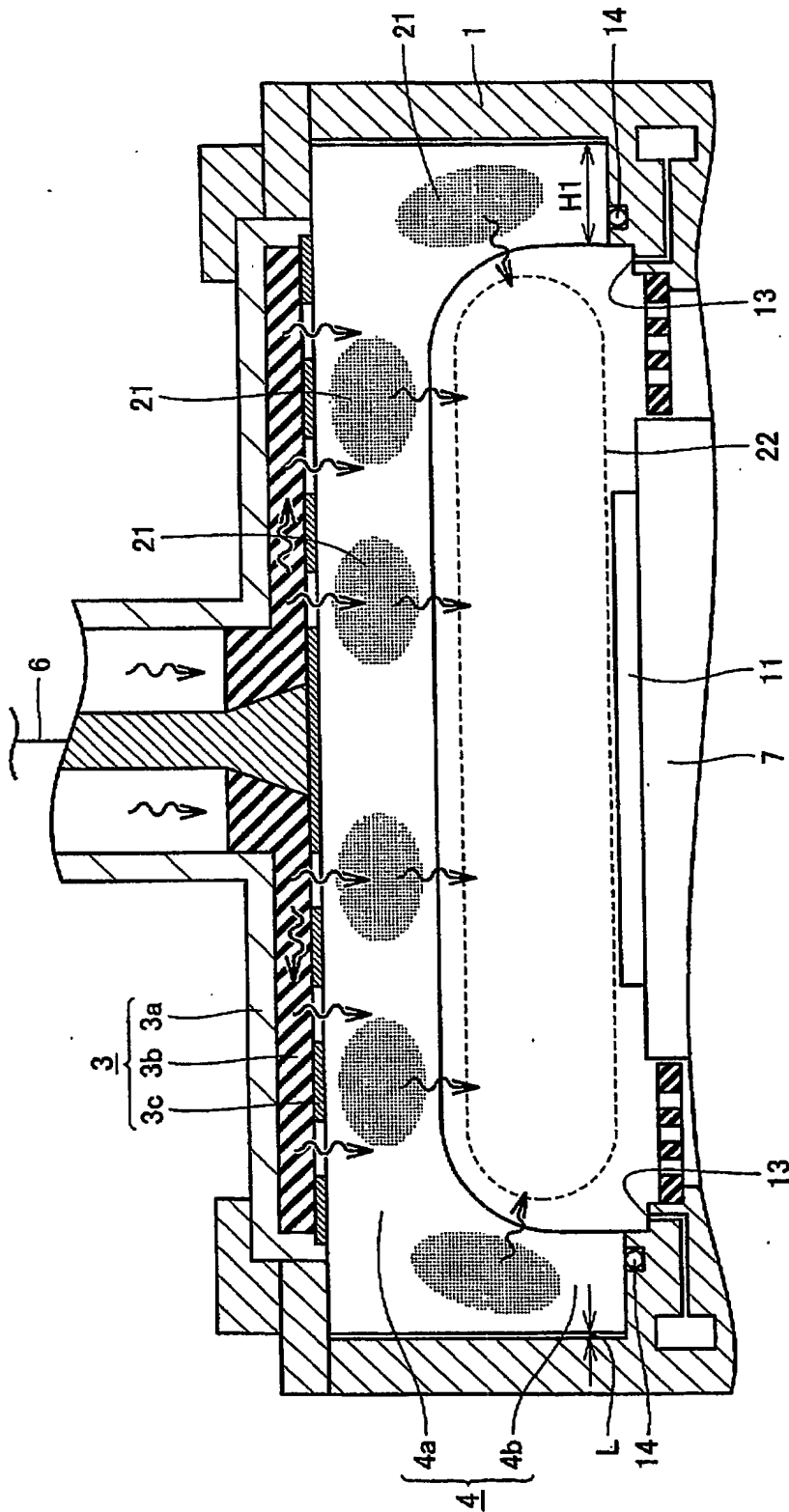
【書類名】

図面

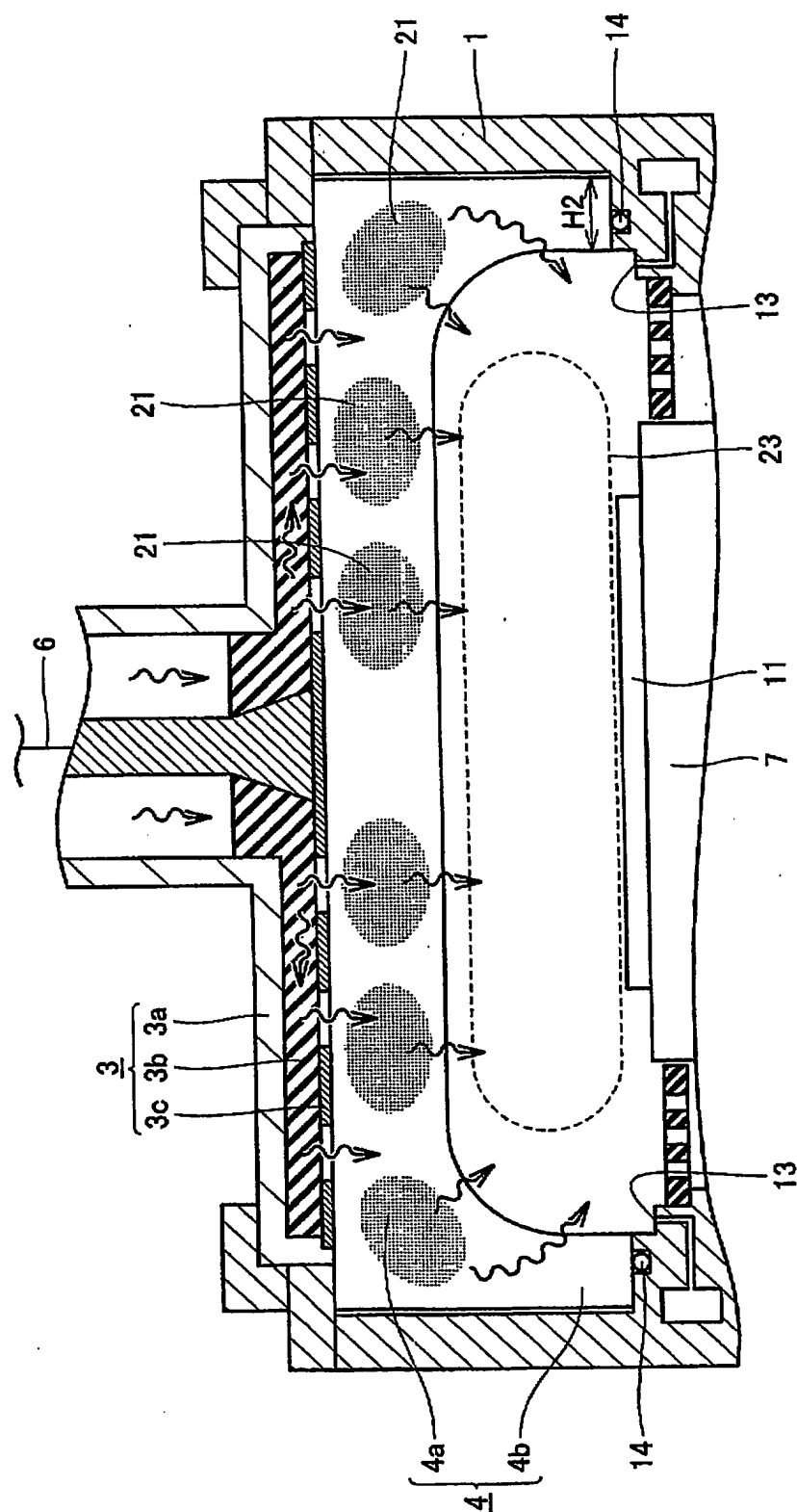
【図 1】



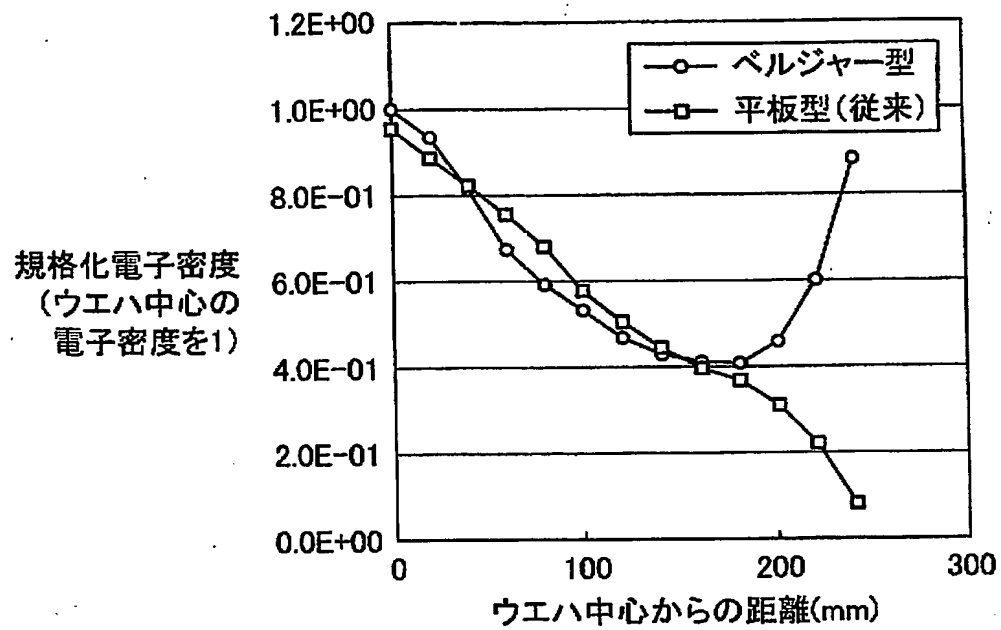
【図 2】



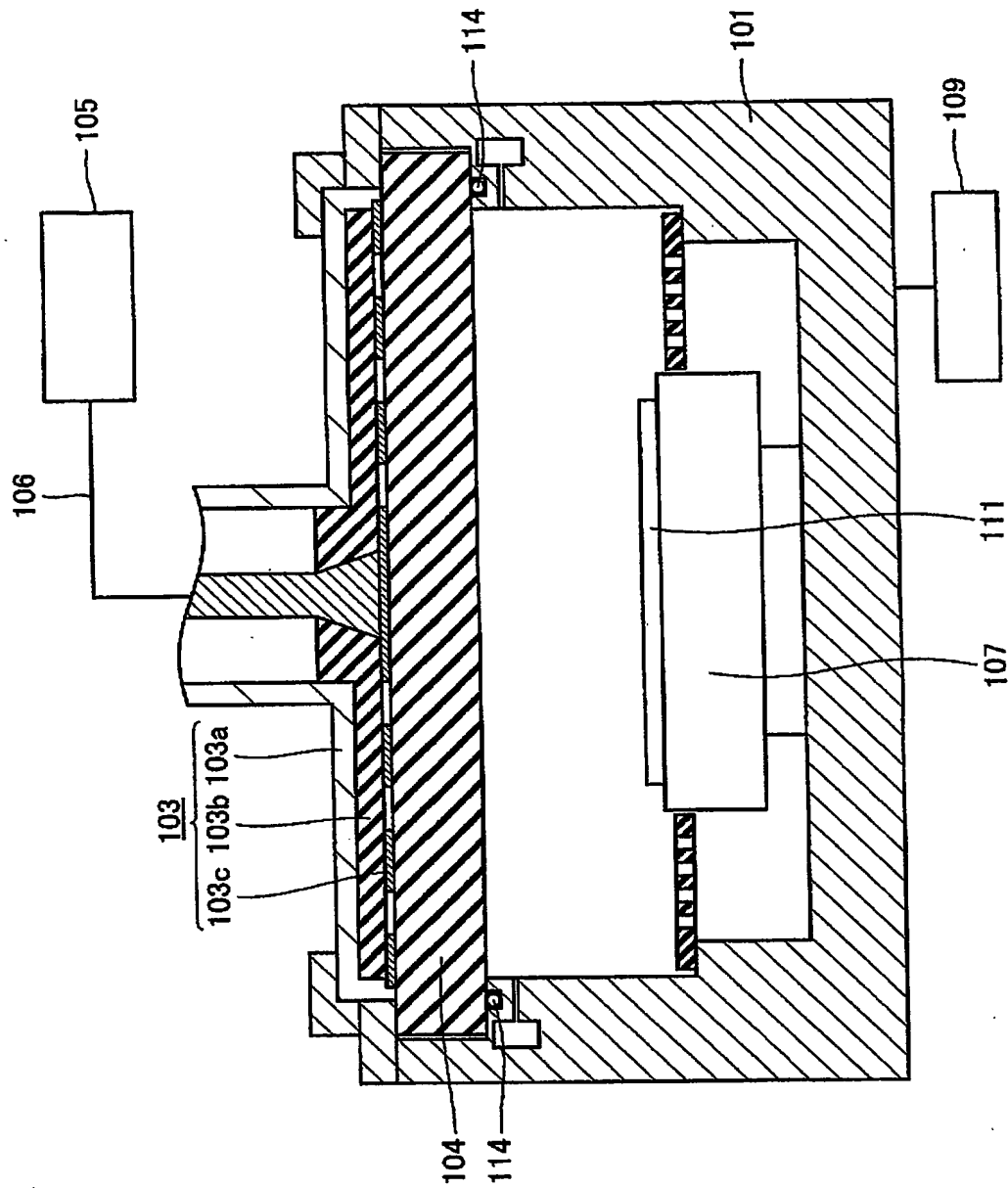
【図 3】



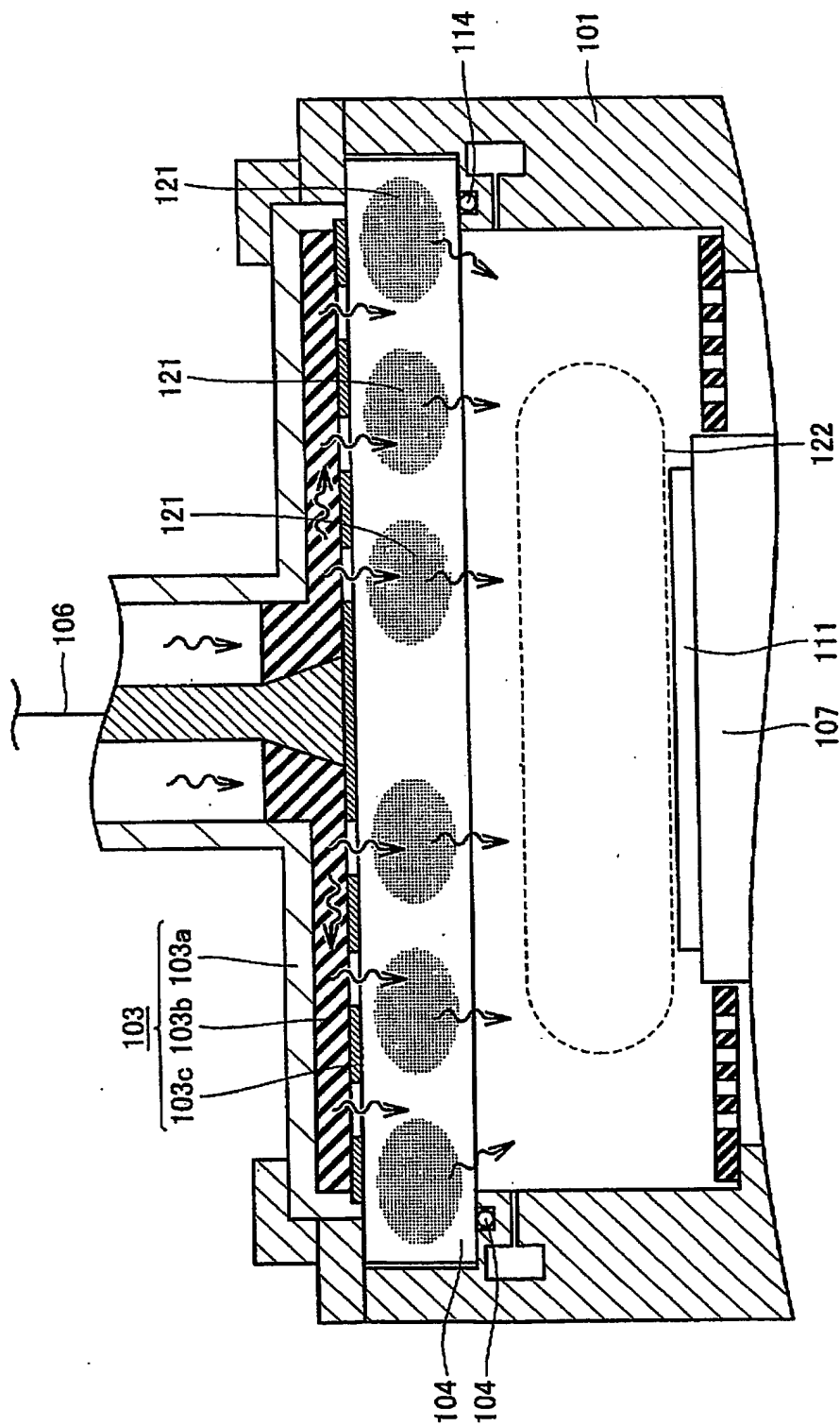
【図 4】



【図 5】



【図 6】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ密度をより高め、かつ、そのプラズマ密度分布の均一性を向上するプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 プラズマ処理装置は、チャンバー 1 と高周波電源とアンテナ部 3 とを備えている。アンテナ部 3 は、スロット板 3 c、遅波板 3 b およびアンテナカバー 3 a を有して構成される。チャンバー 1 の上部に平板部 4 a と側壁部 4 b を有する天板部 4 が配設されている。平板部 4 a は、収容された基板 1 1 と対向するように配置されスロット板 3 c に接している。側壁部 4 b は、平板部 4 a の周部から基板 1 1 の配置される側に向かって延在するように形成されている。側壁部 4 b の外周面はチャンバー 1 に接している。側壁部 4 b の厚さ  $H_1$  は、天板部 4 の誘電率に基づくマイクロ波の波長を  $\lambda_g$  とすると、 $\lambda_g/4$  以上に設定されている。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 3 6 3 1 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 1 9 9 6 7 ]

- |          |                       |
|----------|-----------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 4 年   9 月   5 日 |
| [変更理由]   | 住所変更                  |
| 住 所      | 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号  |
| 氏 名      | 東京エレクトロン株式会社          |
|          |                       |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 3 年   4 月   2 日 |
| [変更理由]   | 住所変更                  |
| 住 所      | 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号  |
| 氏 名      | 東京エレクトロン株式会社          |